



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

RACIONALIZACE MONTÁŽNÍHO NÁŘADÍ

RATIONALIZATION OF ASSEMBLY TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Straka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Karel Osička, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie

Student: **Jiří Straka**

Studijní program: Strojírenství

Studijní obor: Strojírenská technologie

Vedoucí práce: **Ing. Karel Osička, Ph.D.**

Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Racionalizace montážního nářadí

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provedení systému uspořádání nářadí pro projektovou výrobu se zaměřením na montáž dveří kolejových vozidel. Návrh a aplikace racionalizačních opatření v oblasti montážního nářadí s ohledem na stávající organizaci práce a zavedenou metodu "štíhlé výroby".

Cíle bakalářské práce:

Úvod.

Základy projektové výroby.

Rozbor stávajícího stavu montáže pohonné jednotky.

Rozbor používaného montážního nářadí.

Návrh racionalizačních opatření v oblasti montážního nářadí.

Aplikace navržených opatření v podmínkách firmy.

Ekonomické vyhodnocení.

Diskuze.

Závěr.

Seznam literatury:

Jurová, M. (2005): Řízení výroby I, Část 1. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno.

Jurová, M. (2006): Řízení výroby I, Část 2. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno.

Jurová, M. (2010): Logistika. Vysoká škola Karla Engliše, Brno.

Bauer, M. (2012): Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. BizBooks, Brno.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 27.11.2015

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce racionalizuje uspořádání montážního nářadí na linkovém pracovišti pomocí principů štíhlé výroby. Cíle práce bylo dosaženo především pomocí analýzy plýtvání a následné implementace metody 5S. Podařilo se zvýšit ergonomii pracovišť a ušetřit přes 250 hodin ročně. To představuje nezanedbatelné zvýšení produktivity a snížení nákladů firmy. Dále práce navrhuje další pokračování racionalizace pomocí automatických utahovacích center.

Klíčová slova

projektová výroba, štíhlá výroba, 5S, plýtvání, MUDA, montážní nářadí, poka-yoke

ABSTRACT

This bachelor's thesis optimises arrangement of assembly tools in workplaces of the production line by using lean manufacturing methods. The purpose of the thesis was reached by waste analysis and implementation of the 5S method. Rationalization improved ergonomics of workplaces and saved more than 250 hours per year. In summary, it means undoubtedly good improvement in both productivity and costs reduction. Next steps will focus on purchasing of professional cordless automatic screwdrivers.

Key words

project manufacturing, lean manufacturing, 5S, waste, MUDA, assembly tools, poka-yoke

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

STRAKA, Jiří. *Racionalizace montážního nářadí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 35 s. 4 přílohy. Vedoucí bakalářské práce Ing. Karel Osička, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Racionalizace montážního nářadí** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

24. 5. 2016

Datum

Jiří Straka

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto svému vedoucímu práce Ing. Karlu Osičkovi, Ph.D., za možnost zpracování tématu, za vedení a čas, který mi věnoval.

Dále děkuji lidem z firmy IFE-CR, a.s., zejména pak celému týmu kolegů ze segmentu dveřních pohonů a malých dílů.

V neposlední řadě bych také rád poděkoval rodině a svým blízkým.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ.....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 CHARAKTERISTIKA PROJEKTOVÉ VÝROBY	10
1.1 Seznámení s firmou IFE-CR, a.s.....	10
1.1.1 Historie IFE	10
1.1.2 Historie a charakteristika Knorr-Bremse	11
1.2 Základy projektové výroby firmy IFE-CR, a.s.	13
2 PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY	15
2.1 Plýtvání (Muda)	15
2.1.1 Muda transportu.....	16
2.1.2 Muda zásob.....	16
2.1.3 Muda pohybu	16
2.1.4 Muda čekání	17
2.1.5 Muda zpracování	17
2.1.6 Muda nadprodukce	17
2.1.7 Muda vad a neshod	17
2.2 Systém 5S	17
2.2.1 Utříd' (Seiri) / 1S.....	18
2.2.2 Uspořádej (Seiton) / 2S.....	19
2.2.3 Udržuj pořádek (Seiso) / 3S.....	19
2.2.4 Urči pravidla (Seiketsu) / 4S	20
2.2.5 Upevňuj a zlepšuj (Shitsuke) / 5S.....	20
2.3 Poka-yoke.....	20
3 ROZBOR STÁVAJÍCÍHO STAVU MONTÁŽE POHONNÉ JEDNOTKY	21
3.1 Segment dveřních pohonů a malých dílů	21
3.1.1 Pohon RLS.....	21
3.1.2 Pohon E3	22
3.1.3 Pohon E4	22
3.2 Rozbor používaného montážního nářadí	23
4 NÁVRH A APLIKACE RACIONALIZAČNÍHO OPATŘENÍ	24
4.1 Utříd' (Seiri) / 1S.....	24

4.2 Uspořádej (Seiton) / 2S & Udržuj pořádek / 3S.....	24
4.3 Urči pravidla (Seiketsu) / 4S	25
4.4 Upevňuj a zlepšuj (Shitsuke) / 5S.....	27
5 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	28
5.1 Produktivita.....	28
DISKUZE	30
ZÁVĚR.....	31
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	32
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	34
SEZNAM PŘÍLOH	35

ÚVOD

Žijeme v globalizované době, kdy se výrobní závody ve velkém přesunují do Asie. Je potřeba si uvědomit, že se naše země pomalu přibližuje cenou pracovní síly západním státům. Vzdělanost, tvořivost, šikovnost a nadšení pro techniku již nepředstavují výhodu, ale předpoklad. Aby zůstal průmysl stále klíčovým odvětvím, je bezprostředně nutné zvýšit jeho konkurenceschopnost.

Vhodným postupem se ukázalo zavedení štíhlé výroby. Ta byla vytvořena Toyotou v období mezi první a druhou světovou válkou pod názvem Toyota Production System (TPS) jako opatření pro získání konkurenceschopnosti válkou zničeného průmyslu. Společnost na sebe začala přitahovat pozornost kvůli spolehlivosti, propracovanosti a důslednosti produktů, rychlosti dodávek. Výsledek TPS na sebe nenechal čekat, Toyota se vypracovala z pozice malé automobilky na největší na světě [1], jejíž výtěžky jsou oproti konkurentům několikanásobné [2].

Díky TPS dokáže společnost splnit očekávání zákazníka v klíčových oblastech kvality, doby dodání a ceny (Quality, Cost, Delivery – QCD), v čemž spočívá úspěch na trhu.

Cílem předkládané práce byla racionalizace linkového pracoviště, respektive vytvoření nového standardu montážního nářadí na pracovišti s využitím metod štíhlé výroby. Tato úprava se provedla pomocí systému 5S, jenž minimalizuje plýtvání a je součástí TPS.

Aplikace proběhla v rámci firmy IFE-CR, a.s., která vyrábí kompletní vstupní (dveřní) systémy pro kolejová vozidla (obr. 1).



Obr. 1 Souprava Frecciarossa 1000 (V300), obsahující vstupní systémy IFE-CR, a.s. [3].

1 CHARAKTERISTIKA PROJEKTOVÉ VÝROBY

1.1 Seznámení s firmou IFE-CR, a.s.

V oblasti dveřních systémů pro kolejová vozidla je společnost IFE-CR, a.s., (obr 1.1) světovým lídrem. V České republice se řadí mezi nejlépe hodnocené průmyslové firmy a dosahuje významných úspěchů [4]. Současným motem firmy je zkratka anglických slov „Innovation for Entrance Systems“, což v českém překladu znamená „Inovace pro vstupní systémy“.



Obr. 1.1 Logo společnosti IFE [5].

1.1.1 Historie IFE

Historie firmy sahá do roku 1947, kdy byla ve Vídni založena společnost IFE, Institut für Forschung und Entwicklung, česky Institut pro technický vývoj a rozvoj. Specializovala se na vývoj a výrobu speciálních zařízení pro průmyslové firmy. Postupem času se firma zaměřila jen na vývoj a výrobu vstupních systémů pro kolejová vozidla. V roce 1965 se sídlo společnosti přesunulo do Waidhofenu [6].

V roce 1991 vznikla v České republice společnost Hády-Metall, a.s. Zaměřovala se na výrobu dveří do vlaků, zejména pro východní trhy [4].

Roku 1995 rakouská společnost IFE odkoupila společnost Hády-Metall, a.s., a začala s přesunem výroby hrubých dveřních křidel do České republiky. Další rok se firma IFE stala součástí skupiny Knorr-Bremse. V následujících letech se výroba zvyšovala a tak bylo rozhodnuto o přesunu do nového objektu. Nově vzniknutá firma IFE-CR, a.s., byla první firmou v nově vznikající průmyslové zóně na okraji Brna, v Central Trade Parku Modřice (obr. 1.2). Roku 2006 se přesunula do IFE-CR, a.s., i výroba pohonů a nástupních systémů [4]. Dále pak v roce 2008 kupuje Knorr-Bremse konkurenta IFE, IGE-CZ s.r.o. Centrála společnosti IFE se přesouvá roku 2009 z Waidhofenu do nových prostor v Kematenu, kde nadále sídlí vedení společnosti, vývoj, část konstrukce, obchodní část strategického nákupu a servisní oddělení. V roce 2016 IFE-CR, a.s., spustilo vlastní lakovnu, která patří mezi nejlepší projektové lakovny u nás.



Obr. 1.2 Sídlo společnosti IFE-CR a.s., v Modřicích [3].

1.1.2 Historie a charakteristika Knorr-Bremse

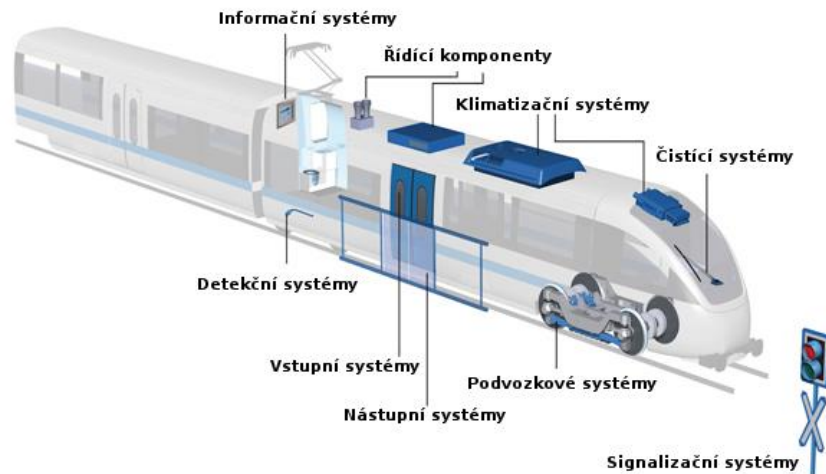
Společnost Knorr-Bremse (obr. 1.3) byla založena v roce 1905 Georgem Knorrem. Specializovala se na brzdové systémy pro kolejová vozidla. V roce 1922 si nechala patentovat pneumatické brzdy pro užitková vozidla a stala se první společností v Evropě, která vybavovala tato vozidla vzduchovými brzdami, brzdícími současně všechna čtyři kola. Koncem 30. let již více jak 90% německých nákladních vozidel používalo brzdové systémy Knorr-Bremse a firma se tak stala důležitým výrobcem. Společnost se dále podílela na vývoji ABS, je průkopníkem těchto systémů pro užitková vozidla [6].



Obr. 1.3 Logo společnosti Knorr-Bremse [5].

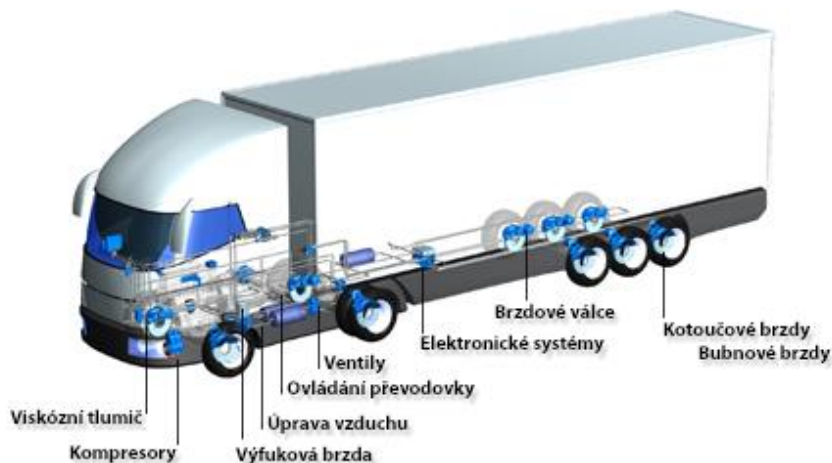
V 80. letech firmu přebíral Heinz Hermann Thiele. Firma se rozděluje do dvou oblastí, na kolejovou divizi a divizi užitkových vozidel. V roce 2015 dosáhla skupina Knorr-Bremse obrátu 5,83 mld. EUR (tj. o 12 % více než v roce 2014). Má více než 100 poboček v 29 státech a zaměstnává přes 24 000 lidí. Každý den využije více jak 1 miliarda lidí prostředek s produkty Knorr-Bremse [7].

Kolejová divize je přední dodavatel palubních a brzdových systémů pro kolejový průmysl. Dodává kromě kompletních brzdových systémů také dveřní (vstupní) systémy, klimatizační zařízení, ovládací a informační komponenty (obr. 1.4) [7]. Pomocí svých výrobních, distribučních a servisních pracovišť je firma zastoupena ve 25 zemích. Roku 2015 měla obrát 3,34 mld. EUR a v roce 2016 se očekává další růst díky progresivním produktům a službám. Dále se očekávají vyšší tržby v Asii, kde se budou investovat nemalé prostředky do infrastruktury [7].



Obr. 1.4 Výrobní portfolio kolejové divize Knorr-Bremse [8].

Divize pro oblast užitkových vozidel je předním výrobcem brzdových a řídicích systémů, poskytuje dodávky všem velkým výrobcům nákladních vozidel. Portfolio výrobků obsahuje vedle kompletního brzdového systému včetně řešení asistenčních systémů řidiče i vše kolem hnacích ústrojí, a s tím souvisejícího servisu (obr. 1.5). Divize je zastoupena ve více než 20 zemích [9]. V roce 2015 atakovala obrát 2,49 mld. EUR. Obrát v roce 2016 by měl nadále stoupat, protože trhy v USA i Evropě se vracejí zpět do úrovně před ekonomickou krizí [7].



Obr. 1.5 Výrobní portfolio divize užitkových vozidel Knorr-Bremse [10].

1.2 Základy projektové výroby firmy IFE-CR, a.s.

Podle typu výroby se rozlišují 3 základní druhy [11]:

- Kusová výroba.

Kusová výroba je charakterizována vysokou variabilitou jednotlivých výrobků vyráběných ve velmi malém množství (řádově jednotky až desítky) přesně podle požadavků zákazníka.

Pro tento typ výroby je zapotřebí kvalifikovaných dělníků. Přípravný čas výroby je nepřiměřeně dlouhý výrobnímu času.

- Dávková (sériová) výroba.

Dávková (sériová) výroba je charakterizována nízkou variabilitou jednotlivých výrobků vyráběných ve velmi velkém množství (řádově statisíce až miliony) rozdělených v čase po jednotlivých dávkách (řádově tisíce až desetitisíce).

Ty jsou následně uloženy na skladě, dokud nevznikne poptávka. Z tohoto důvodu tento druh výroby vyžaduje detailní a pečlivé plánování. Používají se automatizované stroje, takže se nekladou tak vysoké nároky na kvalifikaci zaměstnanců. Dále je zde vyšší šance zastavení výroby z důvodu použití sofistikovanějších zařízení.

- Projektová výroba [12].

Projektová výroba je charakterizována střední variabilitou jednotlivých výrobků vyráběných ve středních množstvích (řádově stovky až tisíce) rozdělených v čase po jednotlivých dávkách (řádově desítky).

Podle výše uvedené klasifikace se řadí firma IFE do projektové výroby. Pro názornost jsou uvedeny dva konkrétní příklady [3]:

- Citadis Sydney / kontrakt 3 roky / objem 348 ks / 1 dveřní systém

$$1. \text{ Dveřní systém} = 29 \text{ dávek} \cdot 12 \text{ ks/dávka} = 348 \text{ ks/kontrakt}$$

- Metro Stockholm / kontrakt 10 let / objem 2688 ks / 4 dveřní systémy

$$1. \text{ Dveřní systém} = 96 \text{ dávek} \cdot 2 \text{ ks/dávka} = 192 \text{ ks/kontrakt}$$

$$2. \text{ Dveřní systém} = 96 \text{ dávek} \cdot 2 \text{ ks/dávka} = 192 \text{ ks/kontrakt}$$

$$3. \text{ Dveřní systém} = 96 \text{ dávek} \cdot 12 \text{ ks/dávka} = 1152 \text{ ks/kontrakt}$$

$$4. \text{ Dveřní systém} = 96 \text{ dávek} \cdot 12 \text{ ks/dávka} = 1152 \text{ ks/kontrakt}$$

Projektovou výrobu v IFE-CR, a.s., lze charakterizovat následujícími ukazateli:

- Projektové portfolio.

V průběhu kalendářního roku má firma ~80 aktivních projektů. Jeden projekt obsahuje v průměru 2 druhy dveřních systémů. Celkem se tedy vyrábí kolem 160 různých dveřních systémů. Každý rok vyprší kontrakt u ~30 projektů, které jsou průběžně nahrazovány projekty novými.

- Objem kontraktu.

Celkový objem kontraktu se obvykle pohybuje mezi 100 – 2500 kusy dveřních systémů. Výjimečně se objevují objemy v rozsahu 50 – 100 kusů, respektive 2500 - 7000 kusů.

- Velikost výrobní dávky.

Velikost výrobní dávky se obvykle pohybuje mezi 4 až 32 kusy dle typu projektu. Menší počet kusů je zpravidla typický pro speciálních dveřní systémy (např. dveřní systém pro strojvedoucího). Zřídka se objevují výrobní dávky o velikosti 64 až 128 kusů.

- Variabilita mezi projekty.

Každý projekt je specifický a reflektuje speciální požadavky koncového zákazníka. Vychází se z referenčních projektů, které se dále modifikují na základě zákaznických požadavků. Ty se liší jak funkčně, tak designově.

- Stupeň automatizace.

Velmi vysoký stupeň automatizace je používán v dávkové výrobě (např. automobilový průmysl). Zde se vyrábí velké množství totožných dílů stejným výrobním postupem. Díky tomu lze zavést vysoce automatizovanou výrobu. Naproti tomu kusová výroba má minimální množství automatizace vzhledem k velké diverzitě výrobního portfolia.

Firma IFE-CR, a.s., se pohybuje na pomezí. Vzhledem k tomu, že vyráběné výrobky si jsou velmi podobné, má firma montážní pracoviště sloučené do montážních linek. Je zde implementován nízký stupeň automatice. Dále se využívá mechanických výrobních přípravků vyvinutých speciálně pro konkrétní projekt, které zvyšují produktivitu a snižují možnost chyby.

- Kvalita.

U dávkové výroby s vysokým stupněm automatizace je lidská práce nahrazována stroji. Minimalizuje se tím selhání lidského faktoru. Hodnotí se ukazatelem PPM (Parts per Million).

Kusová výroba představuje výrobu s vysokou přidanou lidskou hodnotou.

V projektové výrobě je kvalita dána kombinací nízkého stupně automatizace, používáním výrobních přípravků spolu s kompetencemi jednotlivých pracovníků. Pracovník by měl zpracovávat jen takový produkt, který je v pořádku z předchozího procesu, a za svou práci plně zodpovídat (BiQ – Built-in Quality).

2 PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY

Štíhlá výroba nebo také anglicky lean manufacturing. Cílem této metody je maximálně spokojený zákazník, který obdrží produkt ve vysoké kvalitě, s nízkou cenou a v krátké době. Tohoto cíle se dosáhne minimalizací plýtvání [13].

2.1 Plýtvání (Muda)

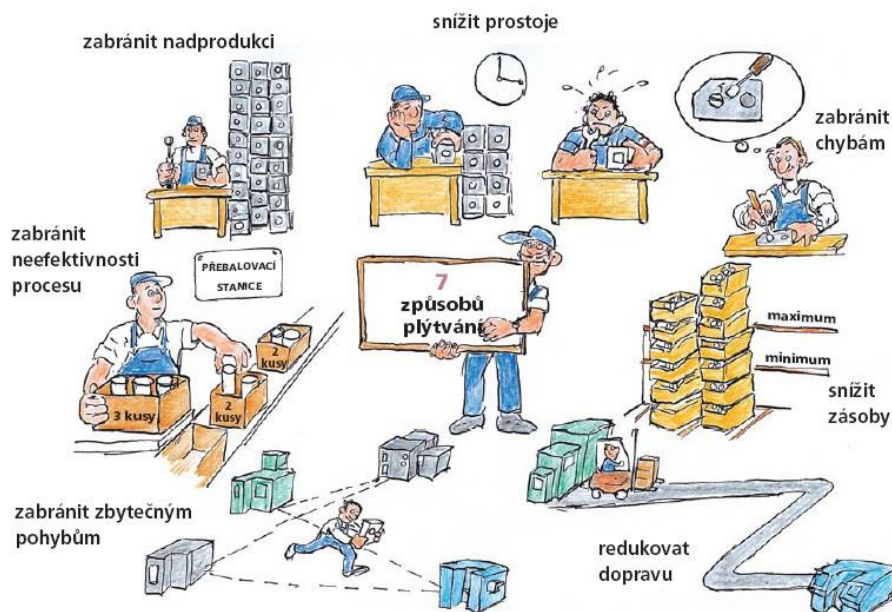
Muda značí v japonštině plýtvání. Muda je soubor činností, materiálů, času apod., které nepřidávají hodnotu, a zákazník za ně nechce zbytečně platit. Muda nelze odstranit, je ji však možno minimalizovat [14].

Když chceme vykonat činnost přidávající hodnotu (added value), musíme zároveň vykonávat i činnost, která hodnotu nepřidává (non-added value). Například před dotažením matice je nutné uchopit klíč. Čím více sledujeme proces, tím více zjišťujeme, jak málo činností hodnotu přidává. Toyota udává, že jen 5 % celkového času činností přidává hodnotu výrobku [2].

Pokud pochopíme a naučíme se vidět muda, můžeme rapidně snížit výrobní náklady a zvýšit zisk firmy.

Ve výrobě existuje nekonečně mnoho plýtvání [14] (obr. 2.1):

- muda transportu (**T**ransport),
- muda zásob (**I**nventory),
- muda pohybu (**M**otion),
- muda čekání (**W**aiting),
- muda zpracování (**O**ver-processing),
- muda nadprodukce (**O**ver-production),
- muda vad a neshod (**D**efects).



Obr. 2.1 Identifikace a minimalizace plýtvání [3].

2.1.1 Muda transportu

Transport je základní část výrobního procesu, která ale nepřidává výrobku hodnotu. Platí zásada, že čím méně je transportu, tím lépe. Proto se snažíme procesy po sobě jdoucí propojit do linek [2].

2.1.2 Muda zásob

Pokud zásoby materiálu, ať už jednotlivé součástky, rozpracované nebo finální produkty, leží ladem, nepřidávají žádnou hodnotu. Jen nám vzniká muda spojená se skladováním: péče o materiál, ztráta hodnoty, finance uložené v materiálu, obsazení skladovacích prostor, plýtvání lidskou prací, kapacitou pracovišť a strojů, energiemi, zvýšení množství transportu a administrativy atd. Jedná se tedy o velký druh plýtvání, omezení zásob je jedním z pilířů výroby „právě včas“ neboli Just in Time (JIT) [13,14], tedy přístup k výrobě, který umožňuje vyrábět produkty v daném množství a čase podle přání zákazníka.

2.1.3 Muda pohybu

Jakýkoli pohyb nepřidávající hodnotu je plýtvání. Každé uchopení, odložení předmětu, zvedání těžkých břemen, každý krok navíc chápeme jako plýtvání [2].

Pro zjištění je potřeba pečlivě sledovat dění okolo výroby a důsledně rozlišovat výrobní a nevýrobní časy.

Opatření provádíme pomocí posunu pracoviště a změny polohy věcí vyskytujících se na pracovišti.

2.1.4 Muda čekání

Vzniká, když dělník zahálí. Může například pozorovat stroj, čekat na další kus nebo na opravu stroje. Tento druh plýtvání je lehce viditelný a lze ho rychle rozpoznat [14].

2.1.5 Muda zpracování

Zpracováním rozumíme proces přeměny ve výsledný produkt.

Tento druh plýtvání bývá způsoben nevhodnou technologií výroby produktu jako například opracováním po operaci (odstraňování otřepů), velkými náběhy a přeběhy, nevhodnými reznými podmínkami, dlouhými nastavovacími časy, nadbytečnými přídávky či špatně zvoleným strojem. Dále také výrobou na vyšší než výkresem definované tolerance [14]. Plýtvání eliminujeme pečlivým zvážením všech možných technologických postupů a úzkou spoluprací konstruktéra a technologa.

2.1.6 Muda nadprodukce

Znamená produkci výrobků přesahující požadavky zákazníka. Jedná se o rozhodnutí vedení zabezpečit dodávky i v případě, kdy se vyskytne problém ve výrobě, například výpadek strojů či nepřítomnost pracovníka [15].

Podle systému Just in Time se nadprodukce, potažmo výroba před výrobním plánem, považuje za větší prohřešek než zpoždění výroby [14].

Má tedy za následek vytváření zásob a s ním spojené plýtvání [13].

2.1.7 Muda vad a neshod

Vady a neshody přerušují, prodlužují výrobu. Oprava zmetků stojí nemalé prostředky a některé se musí i vyhodit. V případě automatické výroby toto plýtvání nabývá ještě většího významu, mohou se totiž vyrobit tisíce kusů, než se problém projeví. Je tedy důležité mít kontrolní mechanismy, které v případě neshody dokážou zastavit výrobu [14,15].

Mnoho neshod je rovněž způsobeno častou změnou produktu v průběhu životního cyklu. Dodavatel proto musí mít k dispozici přesné požadavky zákazníka, aby navrhl výrobek, který bude všechny tyto požadavky reflektovat již při raném rozjezdu výroby.

2.2 Systém 5S

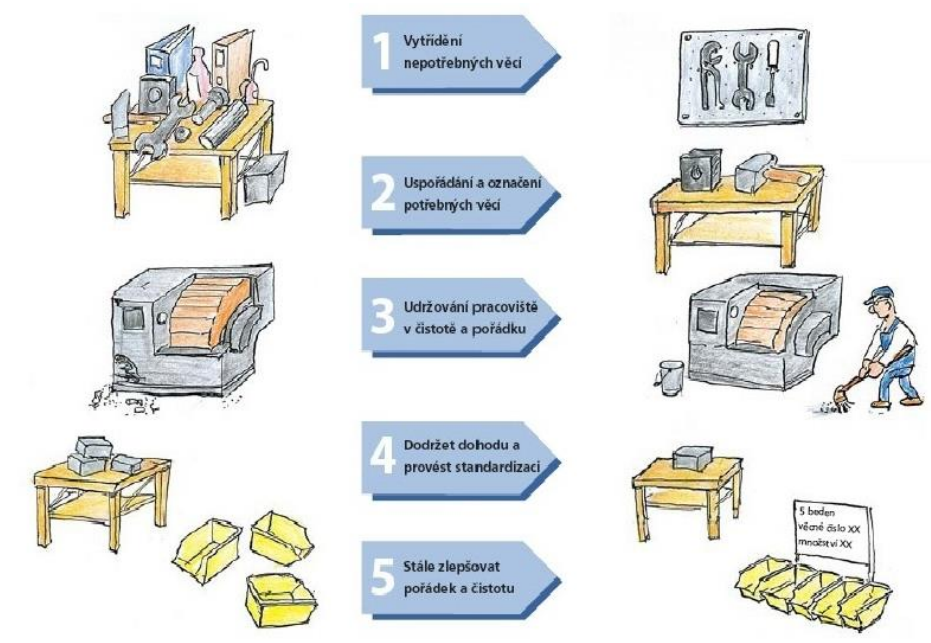
5S, tedy pět kroků dobrého hospodaření, patří mezi základní pilíře štíhlé výroby.

Co metoda 5S přináší?

- odstranění zbytečných aktivit (plýtvání), které nepřináší hodnotu,
- přehlednost v materiálovém a informačním toku,
- zlepšení pracovního prostředí,
- ulehčení a zjednodušení práce,
- zlepšení vizualizace.

Cílem této metody je tedy snížení plýtvání na pracovišti. Jedná se o proces (obr. 2.2), který je základním kamenem pro další aplikaci pokročilých metod štihlé výroby. 5S je základ stability procesů.

Označení 5S vychází z 5 japonských slov „Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke“, anglicky též „Sort, Set, Shine, Standardize, Suitain“. U nás je rovněž používán termín 5U „Utříd, Uspořádej, Udržuj pořádek, Urči pravidla, Upevňuj a zlepši“ [15].



Obr. 2.2 Kroky 5S [3].

2.2.1 Utříd' (Seiri) / 1S

Na pracovišti lze nalézt velké množství různých věcí, které můžeme rozdělit do tří skupin [14]:

- nepotřebné věci, které lze z pracoviště odstranit,
- věci používané občas (několikrát do měsíce),
- věci nutné ke každodenní práci.

První krok 5S zahrnuje klasifikaci položek na pracovišti. Znamená to tedy projít celé pracoviště a zamyslet se nad každou položkou, zda je potřebná k výkonu práce či nikoliv. Při analýze zjišťujeme, že věci pro každodenní práci tvoří jen zlomek z celkového počtu klasifikovaných položek.

Následně nepotřebné věci odstraníme. Odstraňujeme vše, co nebude použito v následujících 30 dnech. Můžeme například najít zmetky, polotovary, prázdné krabičky, krabice, rozbité nebo zapomenuté náradí atd.

Dále se roztrídí věci, používané občas. Tyto věci se uloží poblíž pracoviště, typicky do skříně s náradím, sdíleným s dalšími pracovišti, kam si pro tyto věci operátoři v případě potřeby zajdou. Po předešlých krocích jsou na pracovišti jen každodenně používané věci.

Krokem „Utříd“ uspoříme ~15–30 % místa pracoviště. Narazíme na nepoužívané věci, které se mohou využít na jiných pracovištích, a nemusíme je tedy znovu kupovat. Zpeněžíme pro nás již nepotřebný odpad či opravíme rozbité věci [15].

2.2.2 Uspořádej (Seiton) / 2S

Krok se zabývá vhodným rozmístěním věcí na pracovišti. Z předchozího kroku zůstaly na pracovišti jen věci potřebné. Ty je nutno uspořádat tak, aby byly po ruce a hledání zabralo co nejméně času (minimalizujeme plýtvání pohybu).

Všechny změny je potřeba konzultovat s dělníky pracoviště. Rozložení by se mělo blížit kokpitu letadla. Každá položka má mít své vlastní místo a toto místo musí být totožné pro všechna pracoviště [13].

Díky této standardizaci pak můžeme jednoduše v případě absence nahradit jednoho dělníka na lince za druhého, aniž by si musel zvykat na nové uspořádání.

Při optimalizaci nesmíme zapomenout definovat polohu a maximální množství rozpracovaných výrobků na pracovišti. Produkce výrobků totiž musí odpovídat požadavkům následujícího pracoviště (minimalizace plýtvání, snížení uložených financí v materiálu). Můžeme vyřezat tvary nástrojů do pěny nebo namalovat siluety nástrojů, popř. páskou označit předměty na zemi. Lze tak jednoduše například zjistit, kdy jsou právě nástroje používány, či jestli na pracovišti není abnormalita. Lehce také rozpoznáme náradí či materiál, který na pracoviště nepatří (například paleta umístěná mimo páskou označenou zónu okamžitě upozorňuje, když je na pracovišti více palet než dělník potřebuje). V neposlední řadě snižujeme riziko záměny náradí [14].

Pracovní standardy barevně odlišujeme a umísťujeme na přístupné a dobře viditelné místo.

Protože tento krok není finální, v praxi nejdříve upravíme provizorně pracoviště například pomocí štítků a barevných pásek [15]. Týden pracoviště používáme a teprve poté, když zjistíme, že rozvržení dělníkům vyhovuje a nemají připomínky, standardizujeme pracoviště.

2.2.3 Udržuj pořádek (Seiso) / 3S

Tento krok vykonávají výhradně dělníci daného pracoviště.

Podstata tohoto kroku spočívá v důsledném úklidu, který provádíme několikrát do roka. Uklízíme celé pracoviště, umýváme okna, natíráme rezavé konstrukce či natíráme zašlé a špinavé stěny.

Dále provádíme úklidy s větší četností, většinou denně a týdně, které nejsou tak časově náročné. Jedná se o standardní úklid pracoviště a přístupných ploch v jeho blízkém okolí.

Při úklidu můžeme narazit na další nedostatky jako například úniky oleje, koroze, povolené šrouby a podobně [2]. Tyto neshody je potřeba eliminovat tak, aby byl zajištěn hladký průběh procesu bez výpadků.

Výsledkem tohoto kroku je čisté pracoviště a s tím související snadné rozpoznání neshod [2].

Pracoviště je vhodné před prvním krokem a po třetím kroku vyfotit. Fotografie vyvěsíme na nástěnce, kde budou sloužit k vizualizaci zavedeného systému 5S [15].

2.2.4 Urči pravidla (Seiketsu) / 4S

Navrhujeme standard pomáhající udržet stav dosažený v předcházejících krocích, standard, u něhož je úkolem definovat všechny činnosti, které souvisejí s péčí o pracoviště. Obsahuje vzhled pracoviště, ukazuje nám umístění věcí na pracovišti. Dále jsou zde uvedeny čistící aktivity, ale mohou být do něj zapracovány i jiné aktivity [14].

Tento standard je vhodné vypracovat po dohodě s pracovníky. Vzájemná spolupráce napomáhá dělníkům překonat odpor vůči změně [15].

Vypracovaný standard by měl být pokud možno co nejstručnější a nejprehlednější, doplněn grafikou pro snazší pochopení (vizualizace pracoviště).

2.2.5 Upevňuj a zlepšuj (Shitsuke) / 5S

Dodržování standardů bývá problémem, a proto je vhodné doplnit pracoviště o podpisový arch. Kontrolu dodržování by měli mít na starost mistři [15].

Součástí tohoto kroku je i neustálé zlepšování. Základním krokem jsou pravidelné audity pracoviště. Vedení by mělo iniciovat opatření motivující zaměstnance. Například zavést soutěž mezi operátory, kde nejlepší jsou odměněni [15].

Poté co je 5S aplikováno nelze zamrznout v jednom bodě, jinak by se pracoviště začalo opět vracet do původního stavu. Proto je nutno pokračovat ve zlepšování [2]. 5S je totiž o dlouhodobém kontinuálním zlepšení.

Výsledkem celého našeho úsilí je úspora času spojená s hledáním, manipulací, množstvím materiálu a rozpracované výroby.

2.3 Poka-yoke

Jedná se o systém minimalizující riziko chyby při výrobě. Využívá toho pomocí prostých, levných technických řešení. Systém vymyslel Shigeo Shingo [16]. Chyby můžeme minimalizovat například použitím přípravků ve výrobě.

Přípravek označuje zpravidla jednoúčelový nástroj, zabraňující výrobě zmetků. Může například vymezovat přesnou polohu součástí nebo definovat správnou velikost polotovaru [16].

3 ROZBOR STÁVAJÍCÍHO STAVU MONTÁŽE POHONNÉ JEDNOTKY

Výrobní podnik v Brně je největší v rámci skupiny IFE. Vyrábí se zde všechny základní typy dveřních a nástupních systémů. Tomu odpovídá i rozčlenění podniku, jenž je rozdělen do následujících výrobních sekcí (segmentů):

- segment hrubé montáže dveřních křídel,
- segment finální montáže dveřních křídel,
- segment lakovny dveřních křídel,
- segment dveřních pohonů a malých dílů,
- segment schodů,
- segment servisu dveřních systémů.

Tato práce se bude věnovat racionalizaci pracoviště v segmentu dveřních pohonů a malých dílů.

3.1 Segment dveřních pohonů a malých dílů

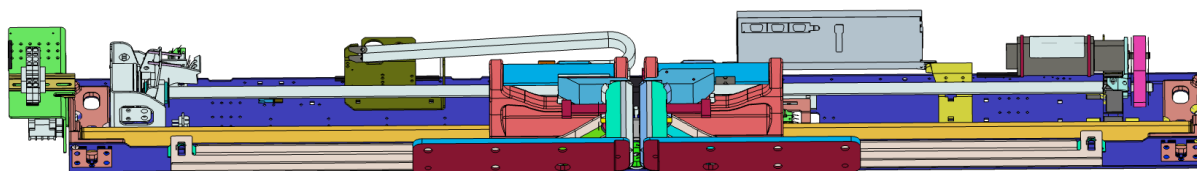
Segment vyrábí pohony a malé díly do kolejových vozidel. Jejich úkol spočívá v otevírání a zavírání dveřních křídel. Pohony mají zásadní vliv na kvalitu a bezpečnost přepravy. Proto jsou na ně kladeny vysoké nároky.

Většina těchto pohonů je plně elektrická. Vyrábí se zde 3 základní typy:

- RLS,
- E3,
- E4.

3.1.1 Pohon RLS

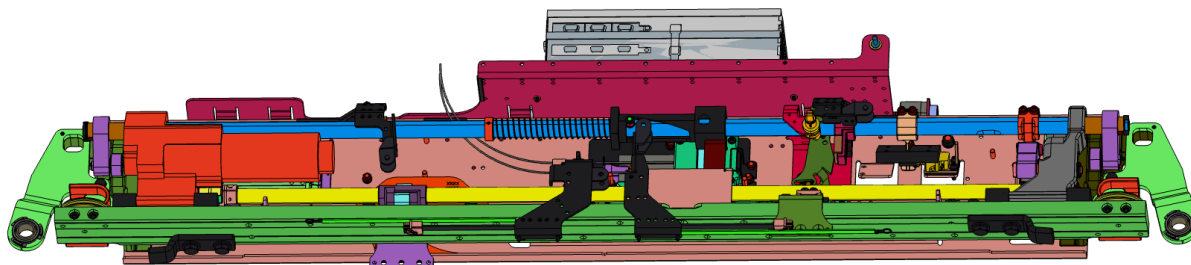
RLS (obr. 3.1) je nejčastěji vyráběným pohonem. Využívá se zejména v městských kolejových vozidlech, jako jsou tramvaje a metra, popřípadě nadzemní dráhy. Hlavním znakem tohoto pohonu je nosné rameno dveří, které se pohybuje na vodící tyči. Pro přenos momentu se využívá řemene a hnací hřídele. Pohon se vyznačuje svou jednoduchostí.



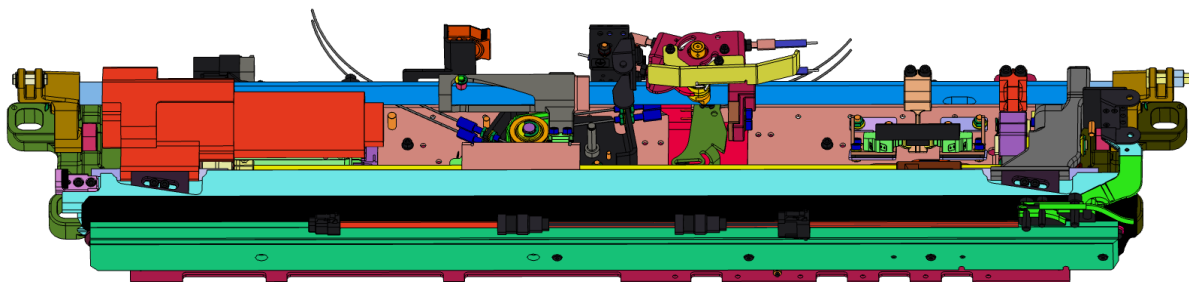
Obr. 3.1 Pohon RLS projektu Urbos Budapest.

3.1.2 Pohon E3

Tento typ pohonu nachází využití především v meziměstských vlcích a rychlovlacích. Moment se přenáší z motorové převodovky na hnací tyč. Namísto nosného ramena dveří jsou zde dveře připevněny na nosnou desku (obr. 3.2), popř. teleskop (obr. 3.3). Pohon se vyznačuje robustností a vysokými požadavky na bezpečnost.



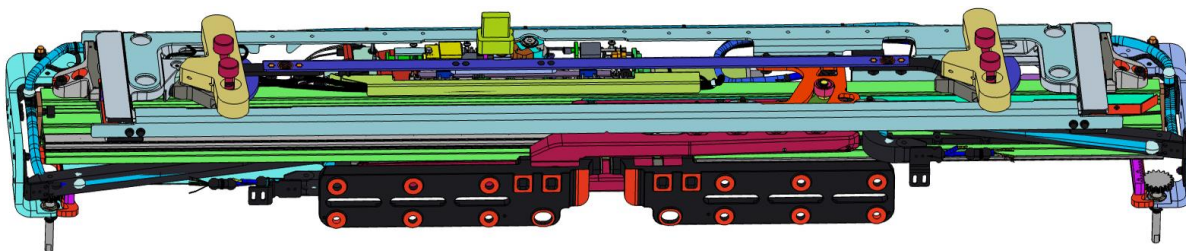
Obr. 3.2 Pohon E3 s nosnou deskou projektu Flexity 2 Basel.



Obr. 3.3 Pohon E3 s teleskopem projektu V300.

3.1.3 Pohon E4

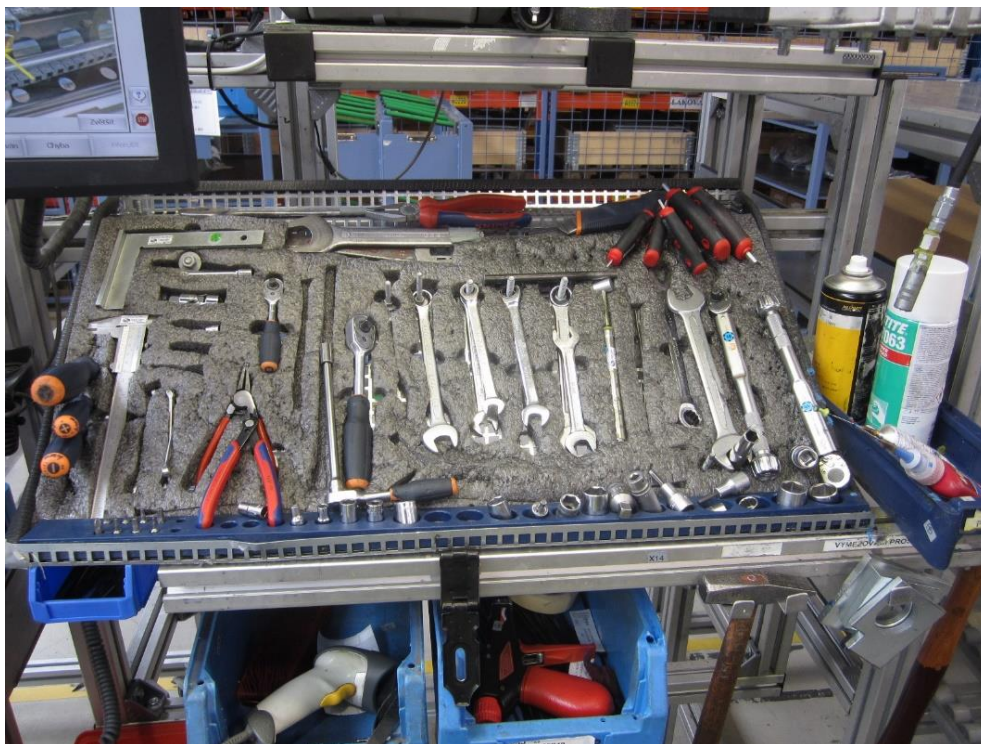
Jedná se o nejnovější pohon s velkou perspektivou do budoucna. Ve srovnání s pohony E3 je lehčí, menší, má méně komponent, nižší provozní náklady a je vyvinut s ohledem na maximální životnost. Moment se přenáší přes ozubené kolo na ozubený hřeben, který pohybuje dveřmi. Zajímavostí je, že tento pohon je plně bezúdržbový po celou dobu životnosti. Pohon nachází široké uplatnění jak v městských, tak i ve vlcích příměstských [17].



Obr. 3.4 Pohon E4 projektu Scottrail.

3.2 Rozbor používaného montážního nářadí

Výchozí stav nářadí na pracovišti je zobrazen na obrázku níže (obr. 3.5). Jedná se o jedno z pracovišť linky montáže pohonů.



Obr. 3.5 Stav před racionalizací.

Při podrobném zkoumání zjišťujeme, že při procesu montáže dochází k častému plýtvání z důvodu nesprávného nastavení systému 5S:

- Muda zásob.
Hromadění nepotřebného nebo málo používaného nářadí, které by se mohlo sdílet s dalšími pracovišti.
- Muda pohybu.
Je potřeba vykonávat nadbytečné pohyby pro nalezení, uchopení a odložení předmětu, popř. verifikovat, zda se jedná o správné nářadí.
- Muda vad.
Není jednoznačně specifikované místo pro každý nástroj. Při montáži může dojít k záměně a tím i k možné výrobě vadných výrobků. Nepřehlednost výrazně zneprůjemňuje práci operátora.
- Muda čekání.
Dále se kvůli nspecifikovému místu může stát, že operátor přehlédne chybějící nářadí. Při následném hledání se produkuje plýtvání.
- Muda transportu.
Na pracovišti je více nářadí než volných pozic. Proto se musí při nedostatku místa nářadí přeskládat, což opět vede k plýtvání.

4 NÁVRH A APLIKACE RACIONALIZAČNÍHO OPATŘENÍ

Samotné racionalizační opatření bylo provedeno na základě implementace systému 5S.

4.1 Utříd' (Seiri) / 1S

Nejprve se analyzovaly všechny aktivní projekty. Výsledkem bylo rozřazení těchto projektů do 10 základních kategorií. Rozřazení bylo provedeno na základě jejich podobnosti (projekty v jedné kategorii měly podobnou výkresovou dokumentaci a kusovníky a tudíž i podobné pracovní postupy se stejným, popř. obdobným nářadím potřebným k montáži).

V každé kategorii byl na základě výrobního objemu vybrán jeden referenční projekt, jehož výkresová dokumentace a pracovní postup se dále analyzovaly. Zjistily se nástroje používané při jeho výrobě a četnosti jejich používání. Následovalo vyhodnocení dat, po kterém byly nástroje rozděleny do 3 skupin:

- Standardní nářadí.
Jedná se o nářadí, jež se používá pravidelně a četnost použití je 6 a více.
- Speciální nářadí.
Nářadí používané jen omezeně, s četností do 5 včetně.
- Nepotřebné nářadí.

Detailní přehled kategorií, referenčních projektů a potřebných nářadí je uveden v příloze č. 1 této práce.

4.2 Uspořádej (Seiton) / 2S & Udržuj pořádek / 3S

Po rozřazení nářadí na standardní a speciální se provedla změna uspořádání nářadí na pracovišti.

Standardní nářadí bylo umístěno přímo na pracoviště operátora s ohledem na ergonomii a minimalizaci plýtvání (obr. 4.1).

Speciální nářadí se umístilo do skříně v blízkosti pracoviště (obr. 4.2). Tato skříň je sdílená s dalšími pracovišti a umístěna tak, aby byla dobře dostupná pro všechny.

Veškeré činnosti se konzultovaly s operátory pracujícími na daných pracovištích.

Obr. 4.1 Nové uspořádání pro standardní nářadí¹⁾.

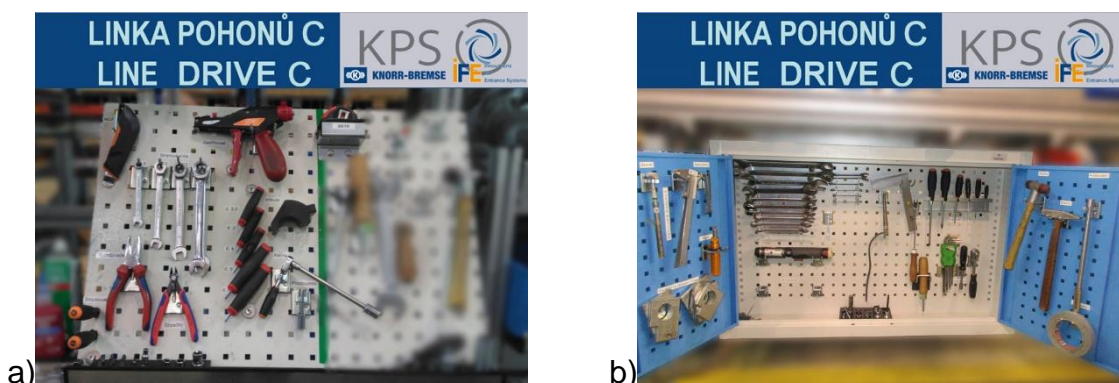
Obr. 4.2 Umístění skříně se speciálním nářadím pod linkou.

4.3 Urči pravidla (Seiketsu) / 4S

Byly zavedeny úklidové plány, které mají na starost dodržování úklidu na pracovišti. Úklidový plán stanovuje plochy, typ a dobu mezi jednotlivými úklidy. Ukázka úklidového plánu pracoviště je zobrazena v příloze č. 2.

¹⁾ Zelená čára dělí pracovní desku; vlevo je umístěno standardní nářadí, vpravo se umísťují nářadí speciální poté, co si je operátor přinese ze skříně.

Základem 5S je také vizualizace, která velkou mírou přispívá k přehlednosti pracoviště. Proto byly vytvořeny standardy s jasně definovanou polohou nářadí (obr. 4.3).



Obr. 4.3 Standardy, definující umístění nářadí: a) standardní b) speciální.

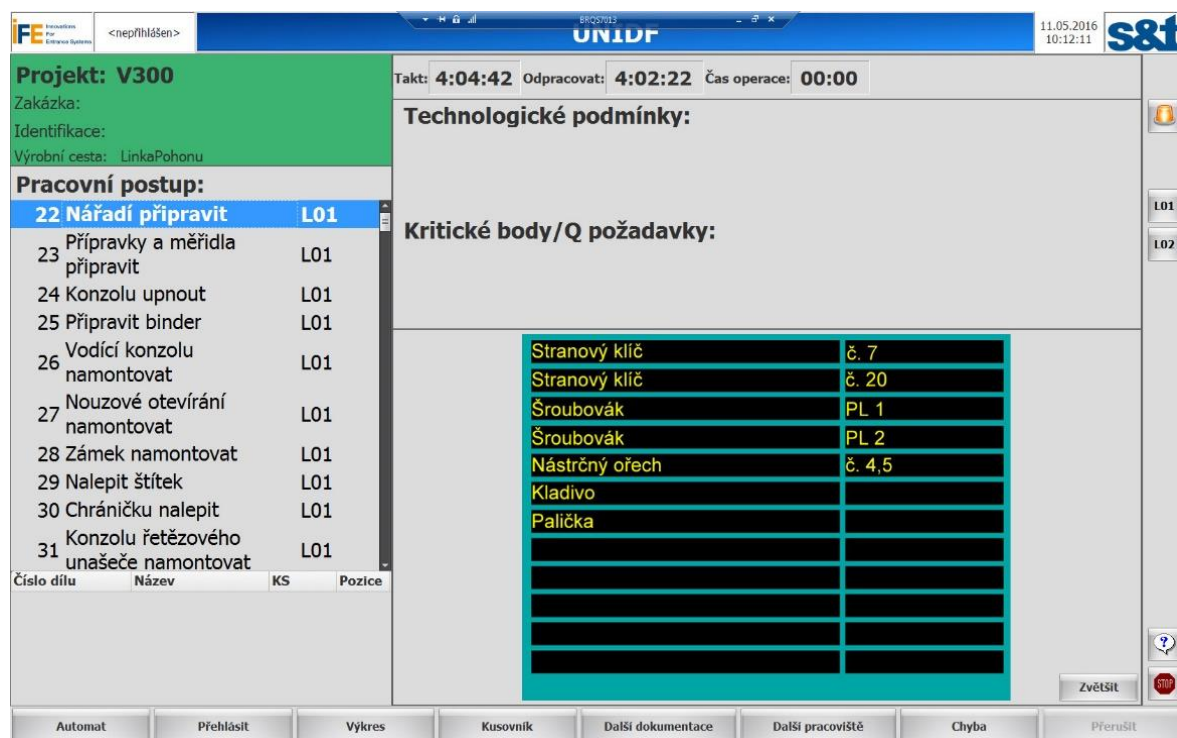
Ke každému nářadí byl vytvořen popis pro snazší a rychlejší orientaci (obr. 4.4).



Obr. 4.4 Ukázka popisu nářadí: a) standardní b) speciální.

Operátoři ve výrobě pracují na základě elektronických pracovních postupů, jež jsou vytvářeny a zobrazovány prostřednictvím informačního systému Gral [18]. Tento systém byl vyvinut na zakázku a díky tomu došlo k odstranění papírové formy pracovních postupů.

V rámci standardizace se na začátek každého pracovního postupu vložil krok „Nářadí připravit“ (obr. 4.5), který zobrazuje seznam potřebných speciálních nářadí pro výrobu konkrétního pohonu. Operátor si po zobrazení kroku dojde do skříně pro potřebné speciální nářadí. To následně po skončení výrobní dávky vrátí.



Obr. 4.5 Snímek obrazovky přidání kroku „Nářadí připravit“ v postupu projektu V300²⁾.

Tento standard se poté aplikoval na všechny zbývající linkové pracoviště. Tím, se dosáhlo rychlejšího přeučení operátorů na jiné pracoviště.

4.4 Upevňuj a zlepšuj (Shitsuke) / 5S

V rámci tohoto kroku byly zavedeny evidenční protokoly (přílohy č. 3 a 4). Po každém úklidu a kontrole pracoviště se do tohoto listu operátor zapíše. Archy i samotné úklidy jsou průběžně kontrolovány mistry a pravidelnými 5S audity.

²⁾ Takto vidí krok operátor ve výrobě na dotykové obrazovce.

5 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Racionalizací pracoviště se dosáhlo:

- odstranění nepotřebného nářadí,
- většího prostoru na pracovišti spolu se zvýšením přehlednosti,
- zlepšení ergonomie,
- minimalizace hledání požadovaného nářadí,
- minimalizace pohybů potřebných pro použití daného nářadí,
- snazšího uchopení nářadí,
- snížení možnosti záměny nářadí,
- vizualizace nářadí ve výrobním systému Gral,
- vizualizace nářadí na pracovišti,
- standardizace všech pracovišť.

Pro kvantifikované měření úspěšnosti aktivity firmy se zavádí pojem KPI. Jedná se o klíčové ukazatele výkonnosti, které přímo ovlivňují úspěšnost společnosti [19]. Díky racionalizaci došlo ke zlepšení ukazatele produktivity [3].

5.1 Produktivita

KPI ukazatel produktivity je ve společnosti IFE definován dle vztahu (1.1) [3]:

$$T_{prod} = \frac{N_{výr} \cdot T_{muda} \cdot N_{použ}}{3600} [hod \cdot rok^{-1}] \quad (1.1)$$

kde:	$T_{prod} [hod \cdot rok^{-1}]$	-	roční hodinová úspora produktivity,
	$N_{výr} [ks \cdot rok^{-1}]$	-	průměrný počet vyrobených kusů za rok,
	$T_{muda} [s \cdot úchop^{-1}]$	-	průměrná časová úspora v důsledku minimalizace plýtvání na jedno použití nástroje ³⁾ ,
	$N_{použ} [úchop \cdot ks^{-1}]$	-	průměrný počet použití nářadí na jeden pohon ⁴⁾ .

$$T_{prod} = \frac{8592 \cdot 1,5 \cdot 74}{3600} = 264,92 \cong \mathbf{265 \text{ } hod \cdot rok^{-1}}$$

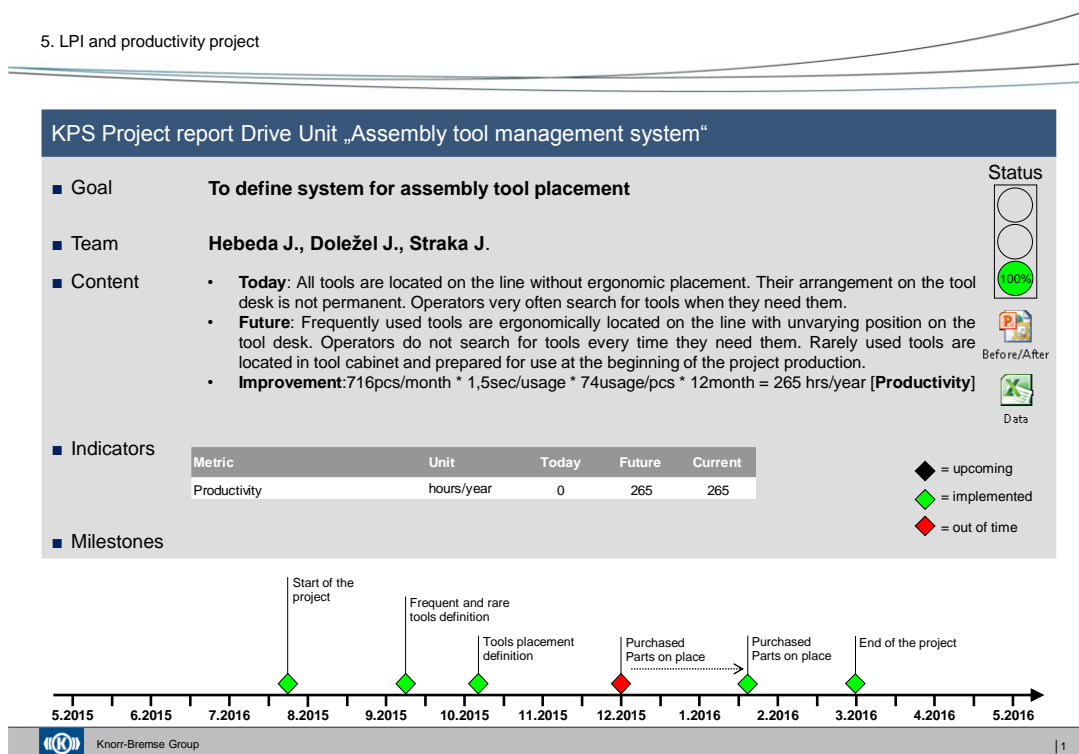
Pro finanční přepočítání se v praxi používá hodinová sazba pro dané výrobní středisko (segment).

Finanční ukazatele nebyly firmou povoleny ke zveřejnění.

³⁾ Ve firmě se pravidelně monitoruje produktivita. Ta se analyzuje za pomoci výkazů pracoviště. Byly zjištěny hodnoty produktivity před a po racionalizaci. Přepočítový koeficient úspory T_{muda} [3] byl poté vypočten reverzní metodou z důvodu prezentace výsledků ve standardizovaném formátu daném firmou IFE.

⁴⁾ Zjištěno při analýze referenčních projektů.

Výsledky racionalizace byly prezentovány vedení společnosti formou standardizované prezentace (obr. 5.1).



Obr. 5.1 Prezentace výsledků racionalizace pro vedení společnosti [3].

DISKUZE

Racionalizací se snížily ztráty způsobené plýtváním. Jak bylo zdůrazněno v předešlých kapitolách, plýtvání není možné odstranit, nýbrž neustálým zlepšováním pouze minimalizovat. Z tohoto důvodu je racionalizace výrobní linky neustále aktuálním tématem.

Kaizen, neboli technika neustálého zlepšování, je zavedena také v IFE. Zaměstnanci jsou ve zlepšování podporováni vedením společnosti. Snaží se přicházet s novými inovativními nápady, které posunou výrobu i samotný výrobek o krok vpřed tak, aby výsledný produkt byl špičkový a sami zaměstnanci mohli být na něj a tedy i na sebe hrdí.

V další fázi zlepšování se chce firma IFE zaměřit na implementaci bezdrátových automatických utahovacích center s přímým napojením na systém Gral (obr. 6.1), jenž zajistí zrychlení šroubových procesů spolu se zvýšením kvality dodávaných dílů.



Obr. 6.1 Automatické dotahovací centrum s bezdrátovou komunikací se systémem Gral [20].

ZÁVĚR

Cílem této práce byla racionalizace uspořádání montážního nářadí na pracovišti montáže dveřních pohonných jednotek pro kolejová vozidla.

V úvodní části byla představena tematika štíhlé výroby, její přínos pro závody a krátce nastíněno téma bakalářské práce. První část popsala techniky štíhlé výroby, v druhé části se pak aplikuje popsaná teorie do praxe.

Teoretická část práce nejprve seznámila se společností a definovala její výrobu. Následovalo seznámení s principy štíhlé výroby. Bylo definováno plýtvání a popsány jeho jednotlivé druhy. Ty jsou součástí výrobního procesu a je nutné se je naučit vidět a následně redukovat. Dále byl detailně popsán systém 5S, který představuje základní pilíř TPS. Rozebírá se i pojem poka-yoke, jakožto nástroj minimalizující riziko chyb při výrobě.

V praktické části práce je zhodnocen a analyzován stav nářadí před racionalizací v souvislosti s druhy plýtvání. Poté následuje samotný proces racionalizace, který byl proveden podle systému 5S. Nejprve se analyzovalo nářadí, které se nově uspořádalo, byly zavedeny pravidelné úklidy, vytvořeny standardy pracoviště a zajištěno dodržování nastavených pravidel.

Racionalizace vedla ke snížení plýtvání a zvýšení ergonomie. Celková hodinová úspora byla vyčíslena na 265 hodin ročně.

Firma plánuje další zlepšení pomocí automatických utahovacích center, jež budou bezdrátově komunikovat s výrobním systémem Gral. Díky tomu se zrychlí výroba a zvýší kvalita výrobků.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Statista Inc.: *Leading automobile manufacturers worldwide in 2015, based on vehicle sales* [online]. New York, 2016 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.statista.com/statistics/271608/global-vehicle-sales-of-automobile-manufacturers/>
2. LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-173-7.
3. IFE-CR, a.s. Modřice, podnikové zdroje.
4. IFE-CR: *Historie* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://ife.cz/cz/company/history/history.jsp>
5. IFE-CR: *Loga*. IFE-CR [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: http://www.ife.cz/cz/company/downloads_2/logos/dl_logos.jsp
6. Knorr-Bremse: *Systémy pro kolejová vozidla* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.knorr-bremse.cz/cz/railvehicles/einleitung.jsp>
7. Knorr-Bremse: *Knorr-Bremse boosts sales to €5.8 billion in its anniversary year* [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://www.knorr-bremse.de/en/press/pressreleases/press_detail_30464.jsp
8. Knorr-Bremse Group: *Produkty pro kolejová vozidla* [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://www.knorr-bremse.cz/cz/railvehicles/products/productintroduction_railvehicles.jsp
9. Knorr-Bremse CVS: *Systémy pro užitková vozidla* [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://www.knorr-bremsecvs.com/cz/>
10. Knorr-Bremse Group: *Produkty pro užitková vozidla* [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://www.knorr-bremsecvs.com/cz/products_1/products_1.jsp
11. KALYAN CITY LIFE: *Types of Intermittent Production System* [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://kalyan-city.blogspot.cz/2012/02/types-of-intermittent-production-system.html>
12. MBA Knowledge Base: *Project Production* [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.mbaknol.com/operations-management/project-production/>
13. WOMACK, James P., Daniel T. JONES a Daniel. ROOS. *The machine that changed the world: how Japan's secret weapon in the global auto wars will revolutionize western industry*. New York, NY: HarperPerennial, 1991. ISBN 00-609-7417-6.
14. IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2005. ISBN 80-251-0850-3.
15. BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
16. VEBER, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2010. ISBN 978-80-7261-210-9.

17. Brochure: *IFE E4 Door Drive Unit* [online]. Knorr-Bremse Group, 2013 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: http://www.knorr-bremse.com/media/documents/railvehicles/product_broschures/entrance_systems/E4_eng.pdf
18. BERTA, Michal. *Revize a optimalizace technologického výrobně-informačního systému* [online]. Brno, 2014 [cit. 2016-05-08]. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. Vedoucí práce Vladimír Šmíd Dostupné z: http://is.muni.cz/th/325437/fi_m/
19. SmartData Collective: *Little Data: The 25 KPIs Everyone Must Understand* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.smartdatacollective.com/bernardmarr/221266/little-data-25-kpis-everyone-must-understand%20>
20. Ingersoll Rand: *QX Series Cordless Tools* [online]. 2016 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.ingersollrandproducts.com/eu-en/products/tools/fastening/viper/qx-series-tools/qxa>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
5S	-	Zkratka 5 japonských slov „Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke“
ABS	-	Anti-lock Brake Systém, česky protiblokovací systém
BiQ	-	Built-in Quality
CTP	-	Central Trade Park
JIT	-	Just in Time, česky právě včas
KPI	-	Key Performance Indicators, česky klíčové ukazatele výkonnosti
LPI	-	Labour Productivity Index, česky Index produktivity práce
$N_{\text{použ}}$	úchop $\cdot\text{ks}^{-1}$	Průměrný počet použití nářadí na jeden pohon
$N_{\text{výr}}$	ks $\cdot\text{rok}^{-1}$	Průměrný počet vyrobených kusů za rok
PPM	-	Parts Per Milion, česky dílů na jeden milion dílů
QCD	-	Quality, Delivery, Cost; česky kvalita, čas dodání, cena
T_{muda}	s $\cdot\text{úchop}^{-1}$	průměrná časová úspora v důsledku minimalizace plýtvání na jedno použití nástroje
T_{prod}	hod $\cdot\text{rok}^{-1}$	Roční hodinová úspora produktivity
TPS	-	Toyota Production Systém, česky Výrobní systém Toyota

SEZNAM PŘÍLOH

- | | |
|-----------|---|
| Příloha 1 | Detailní přehled kategorií, referenčních projektů a potřebných náradí |
| Příloha 2 | Ukázka úklidového plánu pracoviště |
| Příloha 3 | Ukázka evidenčního protokolu pro týdenní a měsíční úklidy |
| Příloha 4 | Ukázka evidenčního protokolu pro denní úklidy |

Příloha 1

Náradí		Číslo kategorie pohonu/ Název pohonu										Počet použití Speciální nebo standartní náradí	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
		Haramain	MF 2000	DO-2010	Urbos	Metro Riyadh	NELL	EMU NSB	Flexity 2 Basel	V-300 Zefiro	Scotrail		
Druh	Velikost	četnost použití na pohon											
Stranové klíče	7	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	3	speciální
	8	0	0	0	0	2	3	0	0	1	0	6	STANDARDNÍ
	10	5	7	15	1	0	8	0	1	3	0	40	STANDARDNÍ
	13	1	6	2	5	2	8	1	1	0	0	26	STANDARDNÍ
	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	speciální
	16	0	2	2	2	3	0	1	0	0	1	11	STANDARDNÍ
	17	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	4	speciální
	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	speciální
	20	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	speciální
	27	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	speciální
Imbusy	30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	speciální
	2,5	0	0	0	0	0	0	3	3	2	0	8	STANDARDNÍ
	3	1	0	0	0	0	0	4	6	8	0	19	STANDARDNÍ
	4	0	2	0	0	0	2	4	6	8	0	22	STANDARDNÍ
	5	2	3	7	4	4	2	7	7	7	5	48	STANDARDNÍ
	6	0	2	5	2	2	0	0	1	2	2	16	STANDARDNÍ
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	speciální
Ořechy	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	speciální
	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	speciální
	8	0	2	2	1	0	1	1	3	1	0	11	STANDARDNÍ
	10	4	4	17	5	6	7	8	6	7	0	64	STANDARDNÍ
	13	1	7	3	5	3	0	2	4	3	0	28	STANDARDNÍ
Šroubováky	17	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	speciální
	Nástavec	2	10	1	7	1	0	9	7	10	0	47	STANDARDNÍ
	PH1	0	3	0	0	2	3	0	0	4	0	12	STANDARDNÍ
	PH2	1	2	1	0	2	2	0	0	0	0	8	STANDARDNÍ
Kladivo	PL1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	speciální
	PL2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	speciální
	Palička	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	5	speciální
Úhloměr		0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	speciální



Název formuláře:
Titel des Formulars / Name of Form:

Kontrolní list úklidu pracoviště: Linka C 1. pracoviště

Uspořádání pracoviště a kontrolní body

Oddělení:
(Abteilung, Department)

Kontrolní body

Pořadové číslo	Co	Jak často	Jak dlouho	Odpovědná osoba	Operace
1	Podlaha	Denně	5 min	Operátor	Zamést koštětem
2	Stěna na nářadí	Denně	2 min	Operátor	Uspořádat, zkontrolovat
3	Kolejnice Monitor	Tydně	5 min	Operátor	Loctite 7063
4	Police Stojny na palety Bosch profily do výšky 170cm Nepřístupná podlahová plocha Skříňka Ostatní plochy do výšky 170 cm	Měsíčně	30 min	Operátor	Otřít, vysát



Název formuláře:
Titel des Formulaires / Name of Form:

Kontrolní list úklidu pracoviště: Linka C 1. pracoviště

Evidenční protokol – Týdenní a měsíční

Datum	Směna	Poř. číslo	Jméno	Podpis
20.10.16	Ranní	3		
27.10.16	Ranní	3,4		
03.11.16	Ranní	3		
10.11.16	Ranní	3		
17.11.16	Ranní	3		
24.11.16	Ranní	3,4		
01.12.16	Ranní	3		
08.12.16	Ranní	3		
15.12.16	Ranní	3		
22.12.16	Ranní	3,4		
29.12.16	Ranní	3		
05.01.17	Ranní	3		
12.01.17	Ranní	3		
19.01.17	Ranní	3,4		
26.01.17	Ranní	3		
02.02.17	Ranní	3		
09.02.17	Ranní	3		
16.02.17	Ranní	3,4		
23.02.17	Ranní	3		
02.03.17	Ranní	3		
09.03.17	Ranní	3		
16.03.17	Ranní	3,4		
23.03.17	Ranní	3		
30.03.17	Ranní	3		
06.04.17	Ranní	3		
13.04.17	Ranní	3,4		
20.04.17	Ranní	3		
27.04.17	Ranní	3		
04.05.17	Ranní	3		
11.05.17	Ranní	3,4		
18.05.17	Ranní	3		
25.05.17	Ranní	3		
01.06.17	Ranní	3		
08.06.17	Ranní	3,4		
15.06.17	Ranní	3		
22.06.17	Ranní	3		
29.06.17	Ranní	3		
06.07.17	Ranní	3,4		
13.07.17	Ranní	3		
20.07.17	Ranní	3		
27.07.17	Ranní	3		
03.08.17	Ranní	3,4		
10.08.17	Ranní	3		
17.08.17	Ranní	3		



Název formuláře:

Nazev formulara:
Titel des Formulars: / Name of Form:

Kontrolní list úklidu pracoviště: Linka C 1. pracoviště

Evidenční protokol – Denní

[illegible]